

Национальный исследовательский университет

Московский Энергетический Институт

Кафедра Радиотехнических систем

Лабораторная работа №3

Исследование коррелятора АП СРНС ГЛОНАСС с помощью имитационной
модели

Студент: Мялова К.А.

Группа: ЭР-15-16

Москва

2020

Цель работы:

1. Исследовать структуру и свойства функциональных элементов корреляторов АП СРНС;
2. Исследовать характеристики процессов, происходящих в корреляторах АП СРНС;
3. Ознакомиться с ИКД ГЛОНАСС.

Домашняя подготовка

Привести схемы блоков формирования дальномерного кода в отчете:

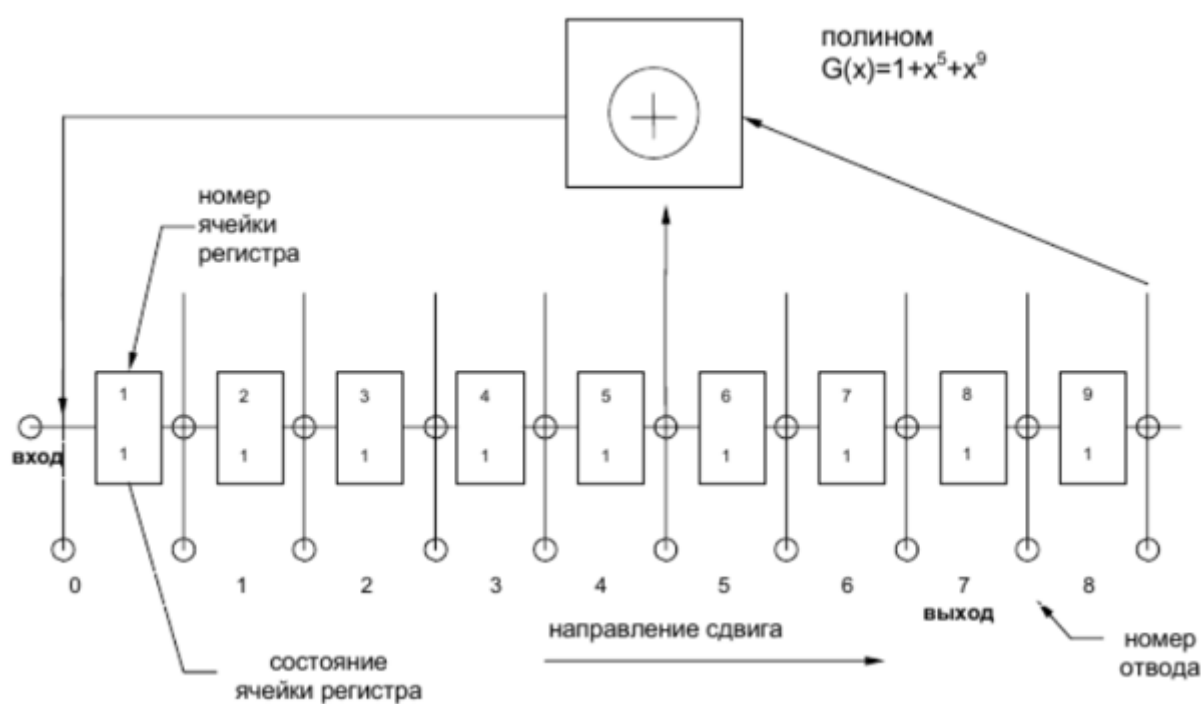


Рисунок 1 – Схема блоков формирования дальномерного

Привести выражения для статистических эквивалентов выходных отсчетов коррелятора:

Синфазная	Квадратурная
$I_k = M[I_k] + n_{I,k};$	$Q_k = M[Q_k] + n_{Q,k};$
$n_{I,k} \sim N(0, \sigma_{I,k}^2)$	$n_{Q,k} \sim N(0, \sigma_{Q,k}^2)$
$\sigma_{I,k}^2 = \frac{\sigma_n^2 L}{2};$	$\sigma_{Q,k}^2 = \frac{\sigma_n^2 L}{2};$
$M[I_k] = \overline{I_k} = \frac{A_k L}{2} \rho(\delta \tau_k) \text{sinc}(\frac{\delta \omega_k T}{2}) O_k D_k \cos(\frac{\delta \omega_k T}{2} + \delta \varphi_k)$	$M[Q_k] = \overline{Q_k} = \frac{A_k L}{2} \rho(\delta \tau_k) \text{sinc}(\frac{\delta \omega_k T}{2}) O_k D_k \sin(\frac{\delta \omega_k T}{2} + \delta \varphi_k)$

Лабораторная работа:

Отключить шум приемного устройства. В качестве значения полосы фронтеда выбрать «Бесконечность». Квантование принимаемой реализации и опорного сигнала отключить. Расстройку опорного сигнала по частоте установить нулевой. На основании ИКД установить параметры схемы формирования ДК.



Рисунок 2 – Схема формирования ДК

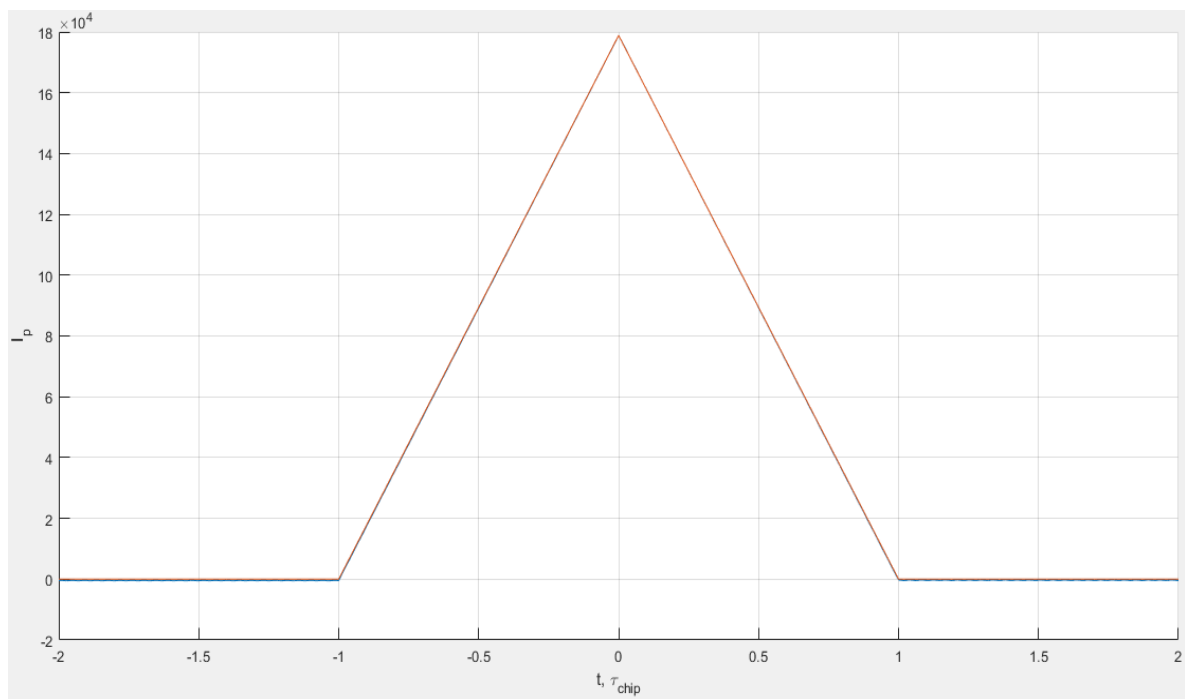


Рисунок 3 – Синфазная составляющая корреляционной функции

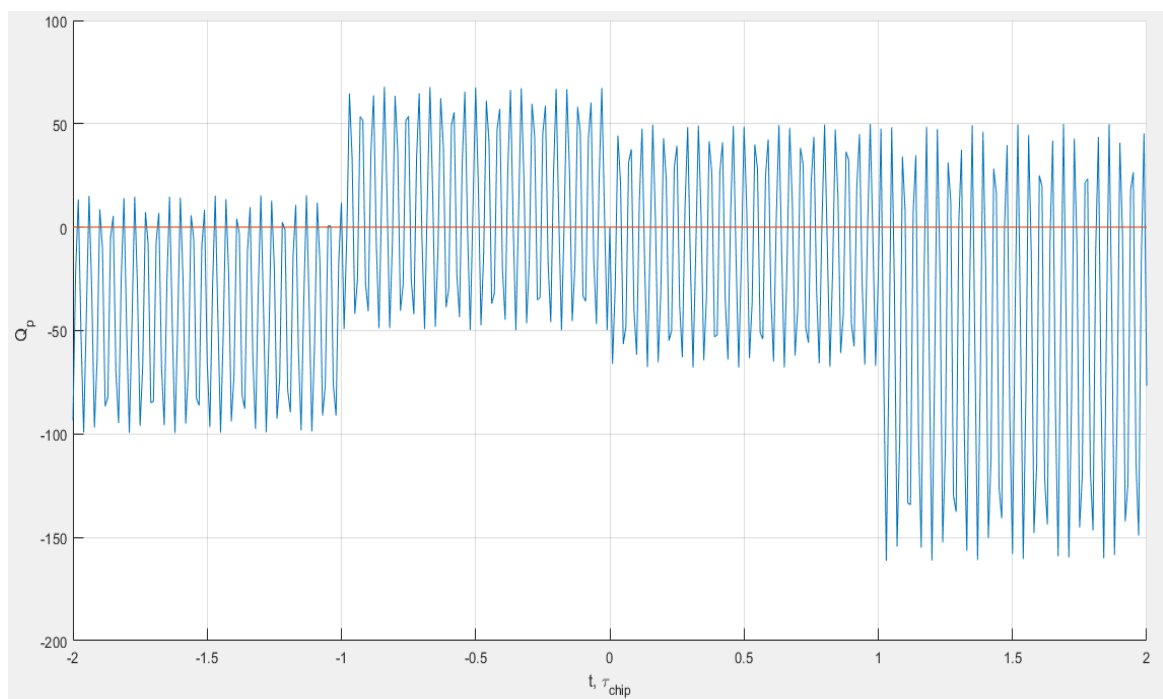


Рисунок 4 – Квадратурная составляющая корреляционной функции

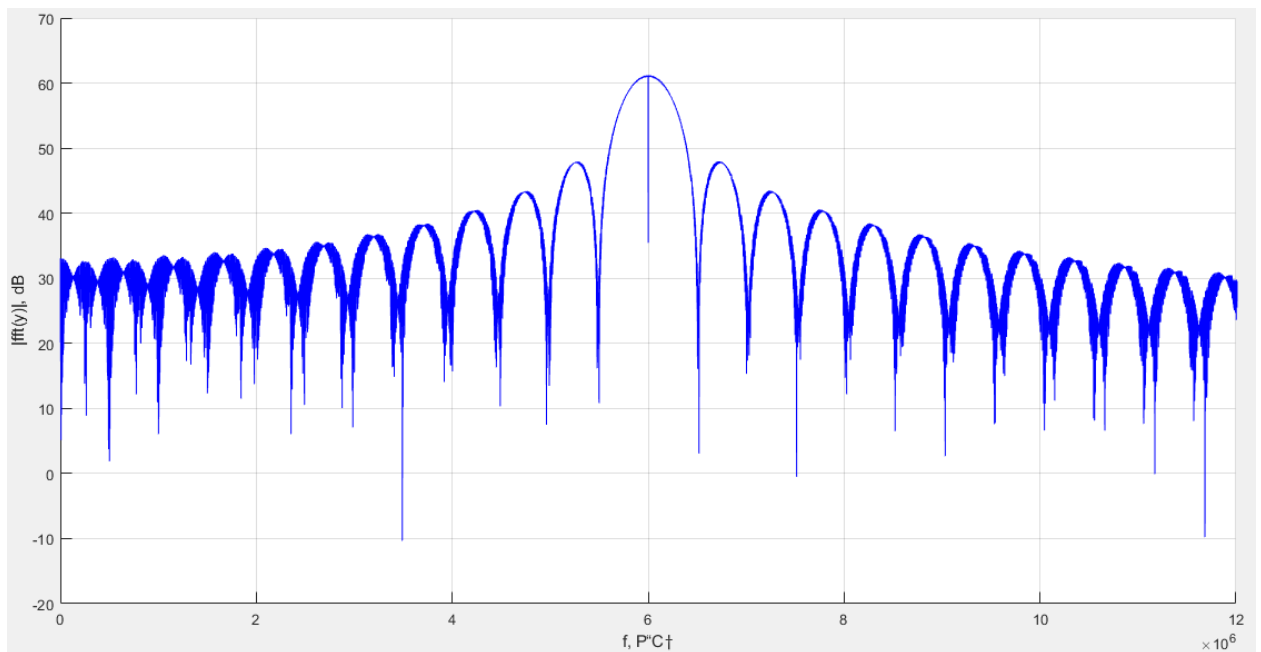


Рисунок 5 – Спектр сигнала

По Рисунок 5 можно определить промежуточную частоту и полосу сигнала:

Промежуточная частота - 6 МГц;

Полоса сигнала - 1 МГц;

2. Установить полосу фронтеда равной 6 МГц, 1 МГц. Перенести корреляционные функции в отчет. Оценить групповое время запаздывания.

Для 6 МГц:

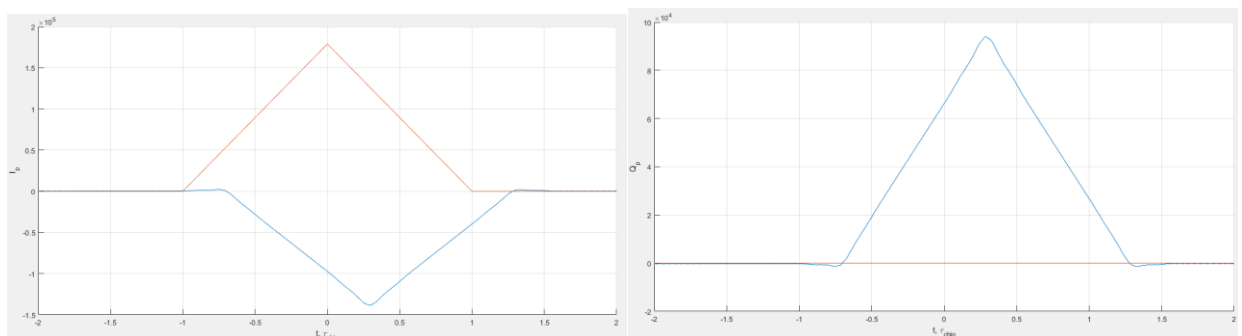


Рисунок 6 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие корреляционной функции

Групповое время запаздывания: $\tau = 0.3\tau_{chip}$

Для 1 МГц:

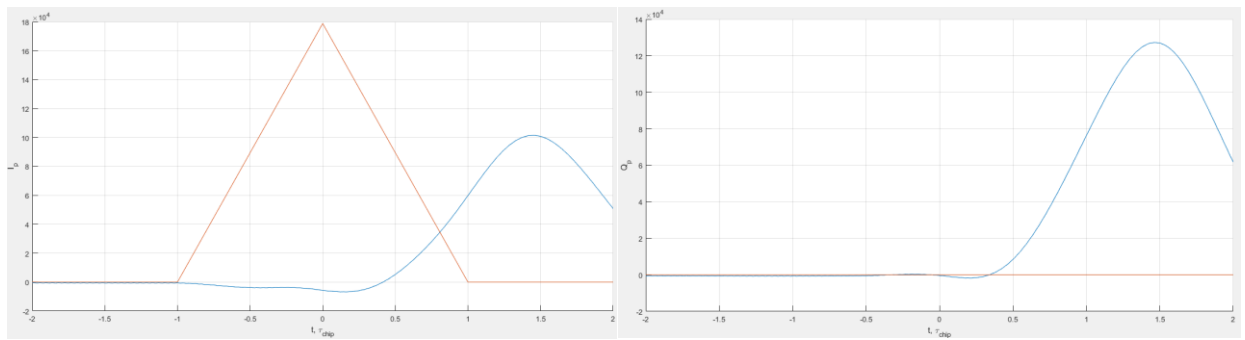


Рисунок 7 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие корреляционной функции

Групповое время запаздывания: $\tau = 1.45 \tau_{chirp}$

3. В качестве значения полосы фронтенда выбрать «6 МГц». Перенести в отчет наглядный отрезок сигнала. Включить шум. Сравнить квадрат СКО шума (считая размах за 3 СКО) и мощность сигнала. Определить отношение мощности сигнала к односторонней спектральной плотности шума: $q_{c/no} = \frac{P_s}{N_0}$ (привести к размерности дБГц). Перенести в отчет отрезок реализации сигнала в смеси с шумом, корреляционные функции.

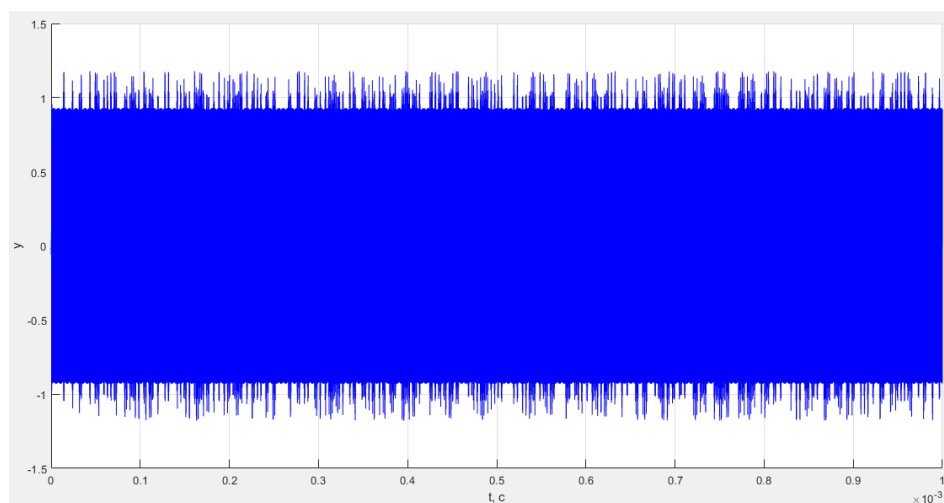


Рисунок 8 – Сигнал без шума

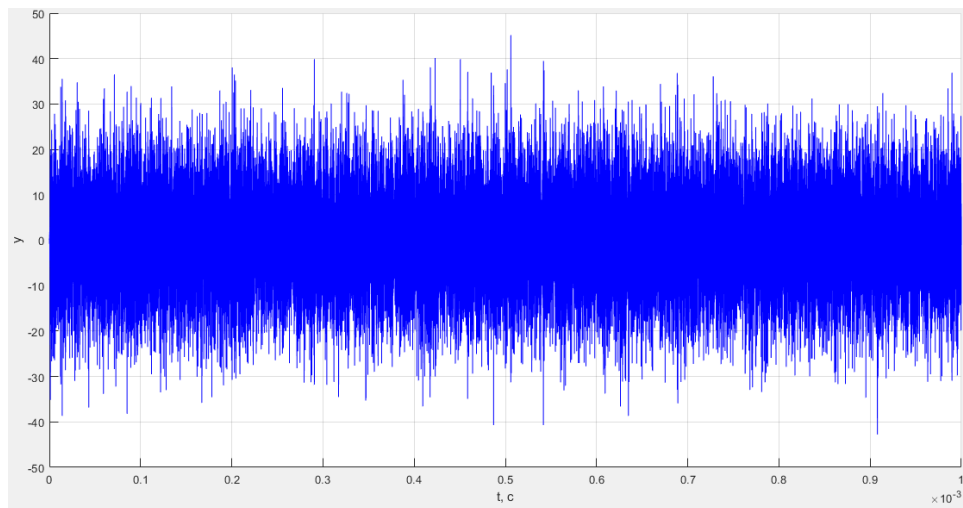


Рисунок 9 – Сигнал с шумом

Отношение сигнал/шум:

$$q_{c/no} = \frac{P_s}{N_0} = \frac{U^2}{\frac{\sigma_n^2}{\Delta F}} = \frac{1}{\frac{\left(\frac{40}{3}\right)^2}{6 \cdot 10^6}} = 45.3 \text{ дБГц}$$

4. Наблюдать за изменением шумовой составляющей корреляционных функций при изменении полосы фронтеда. Исследовать зависимость мощности шумовой составляющей корреляционных компонент от полосы фронтеда, сделать соответствующие записи в отчете.

При бесконечности:

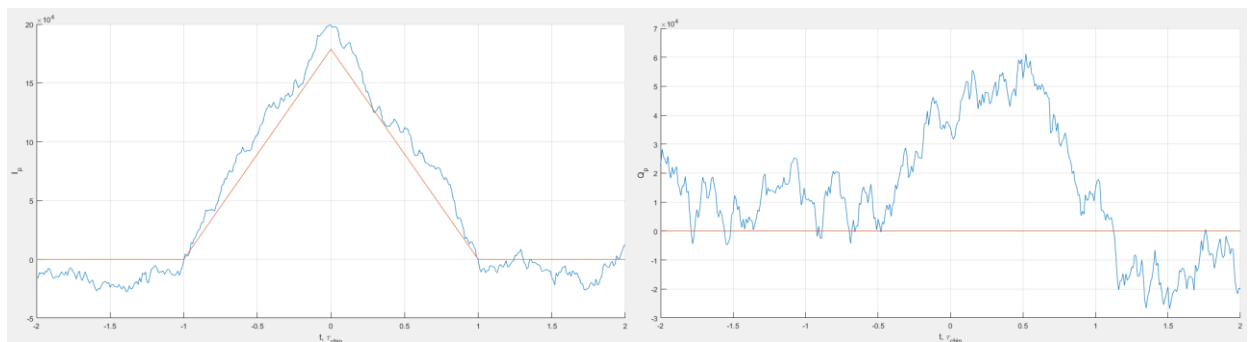


Рисунок 10 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной бесконечности

При 6 МГц:

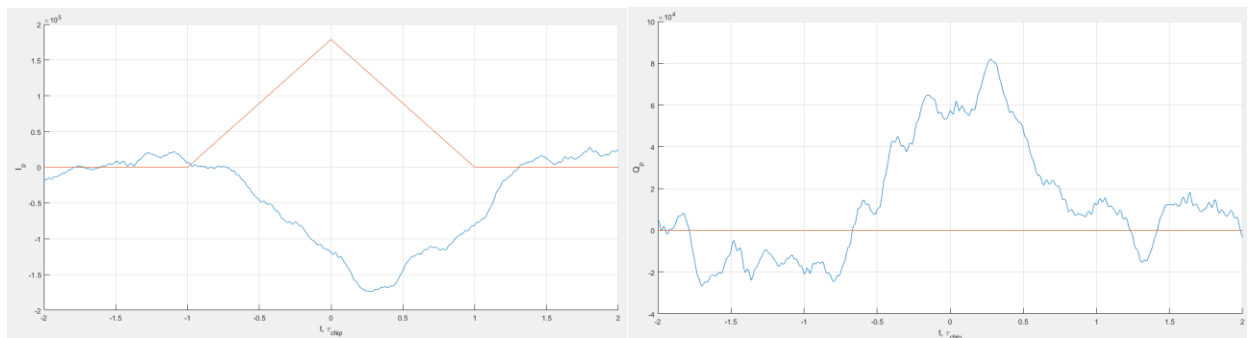


Рисунок 11 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной 6 МГц

При 1 МГц:

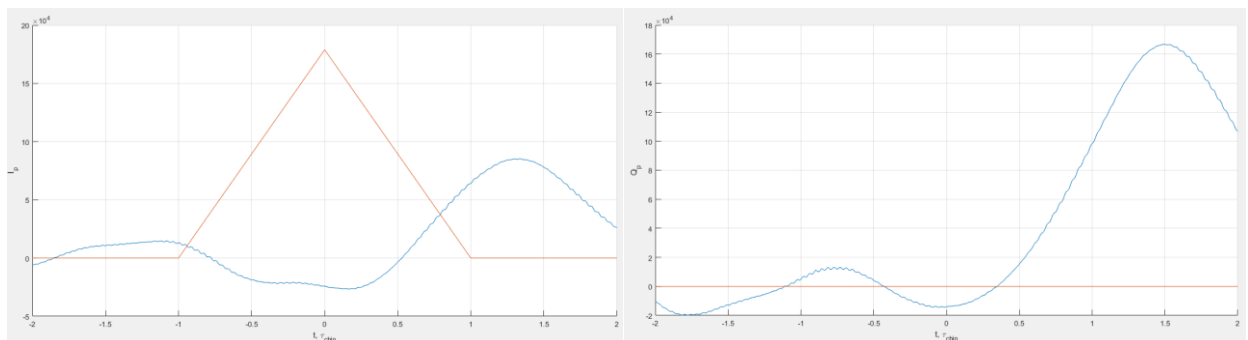


Рисунок 12 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной 1 МГц

Вывод:

По полученным графикам можно сделать вывод, что с увеличением полосы фронтеда, вклад шумовой составляющей увеличивается.

5. Включить шум. Исследовать влияние квантования входных отсчетов и опорных сигналов на корреляционные суммы.

При 1 МГц:

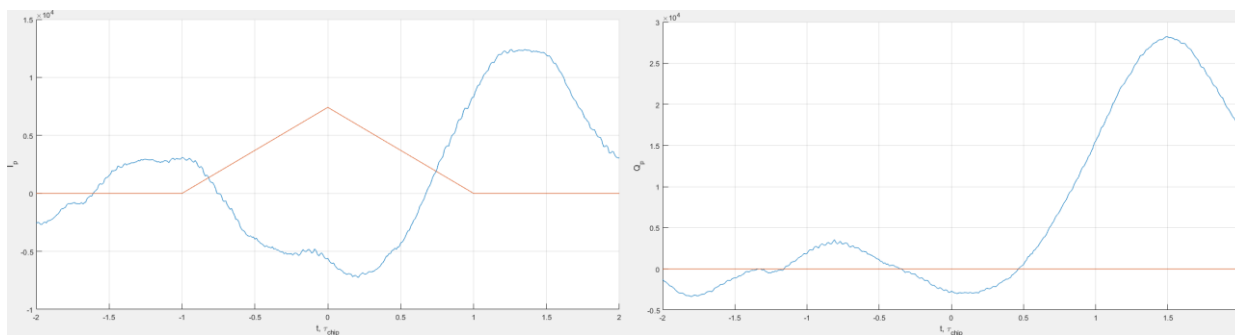


Рисунок 13 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной 1 МГц и включенным квантователем отсчетов АЦП

При 6 МГц:

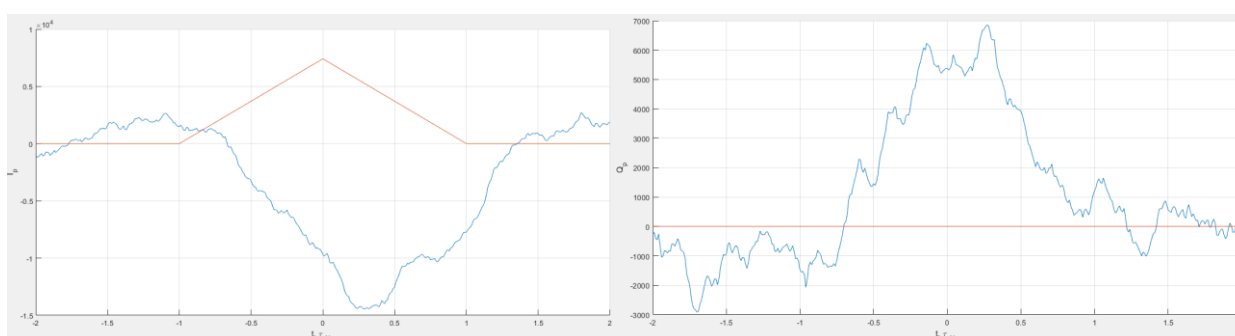


Рисунок 14 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной 6 МГц и включенным квантователем отсчетов АЦП

При бесконечности:

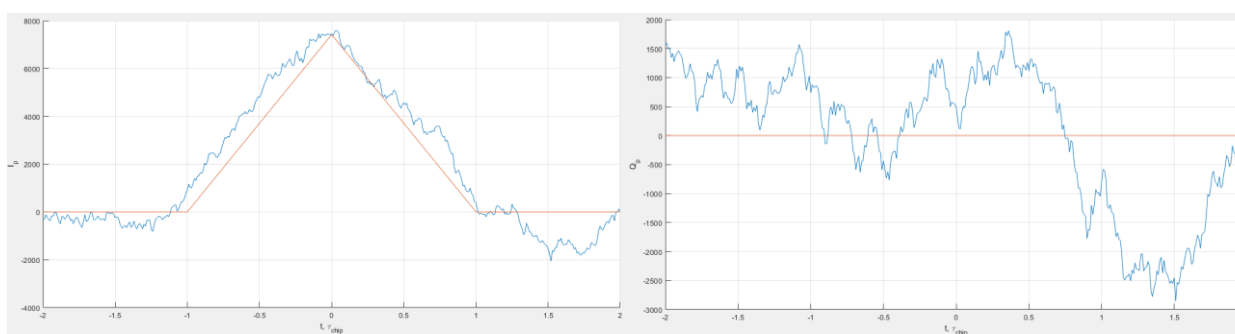


Рисунок 15 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной бесконечности и включенным квантователем отсчетов АЦП

Вывод:

Чем больше полоса фронтенда, тем больше ошибка квантования при аналого-цифровом преобразовании. Малая разрядность добавляет аддитивный шум квантования. Отношение сигнал/шум немного снижается.

6. Включить узкополосную помеху, исследовать её влияние на корреляционные суммы. Определить отношение мощности помехи к мощности сигнала.

При 1 МГц:

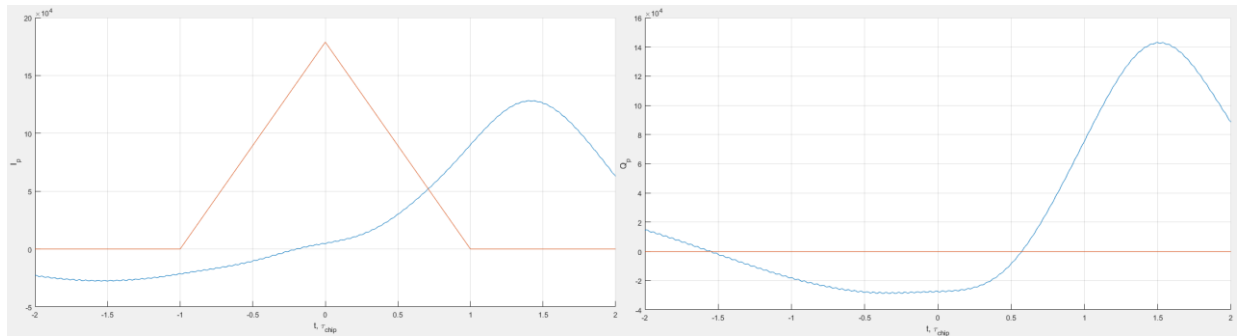


Рисунок 16 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фронтона равной 1 МГц и наличии помехи

При 6 МГц:

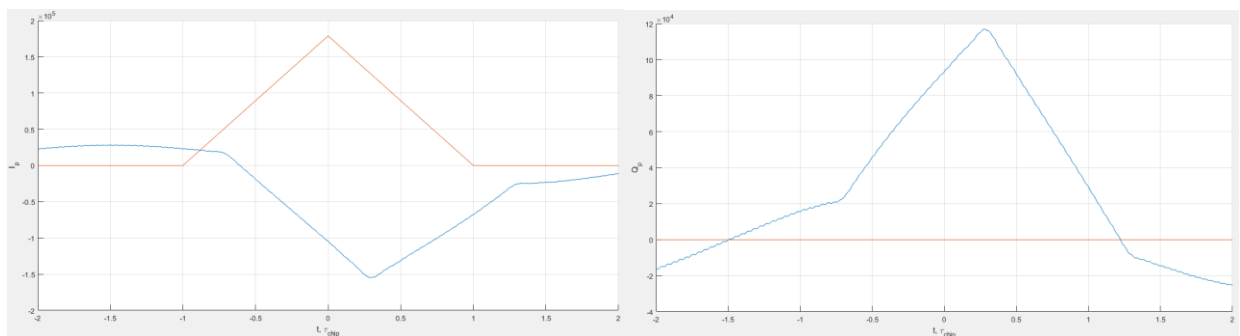


Рисунок 17 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фронтона равной 6 МГц и наличии помехи

При бесконечности:

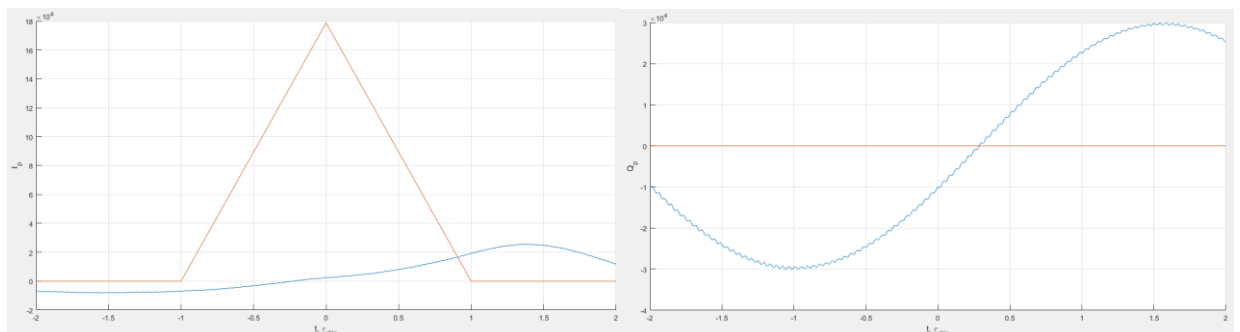


Рисунок 18 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фронтона равной бесконечности и наличии помехи

Вывод:

Корреляционный пик немного выше, с появлением помехи.

7. Установить нулевую ошибку по частоте. В отсутствии узкополосной помехи при наличии шума приемника провести исследование процессов в пошаговой модели коррелятора.

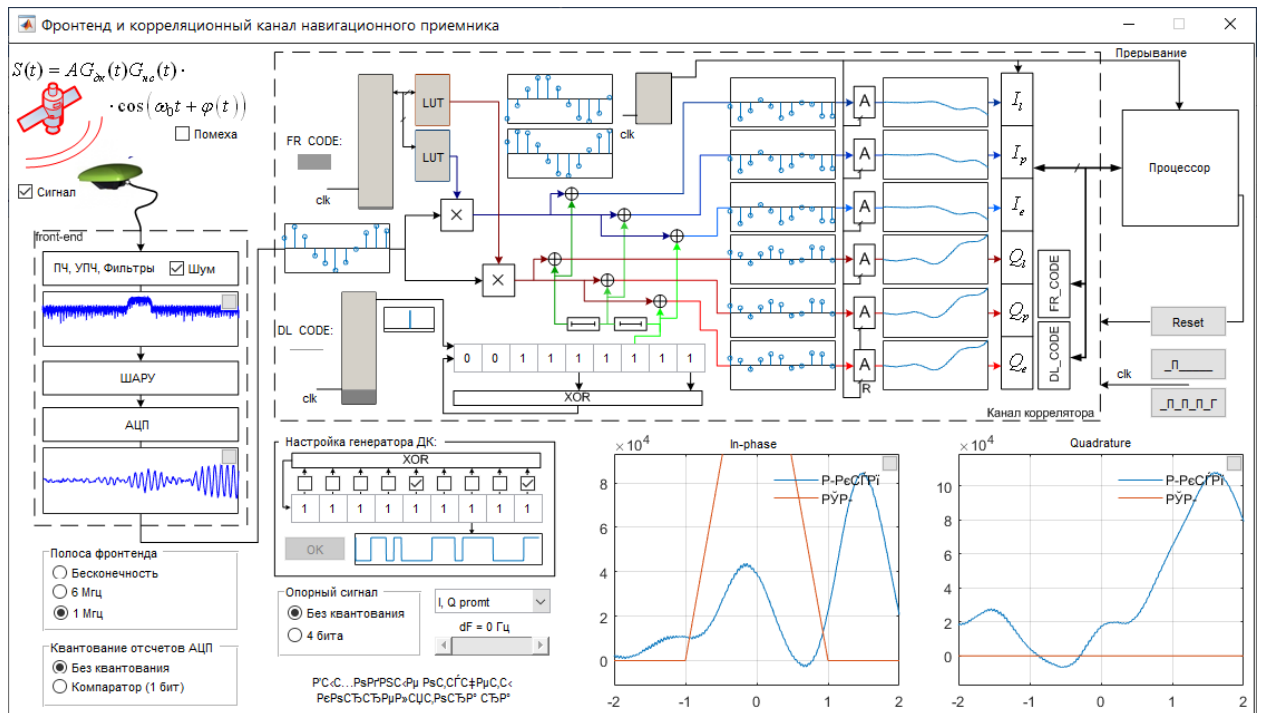


Рисунок 19 – Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтеда равной 1 МГц

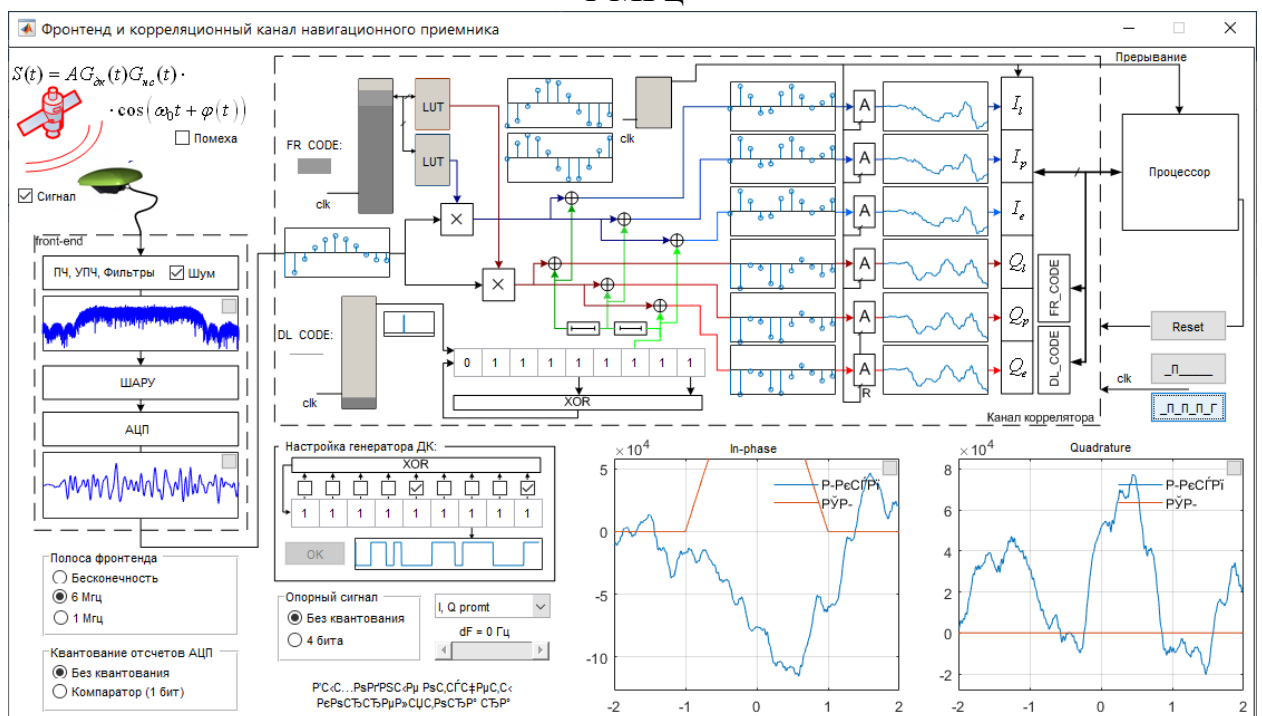


Рисунок 20 – Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтеда равной 6 МГц

6 МГц

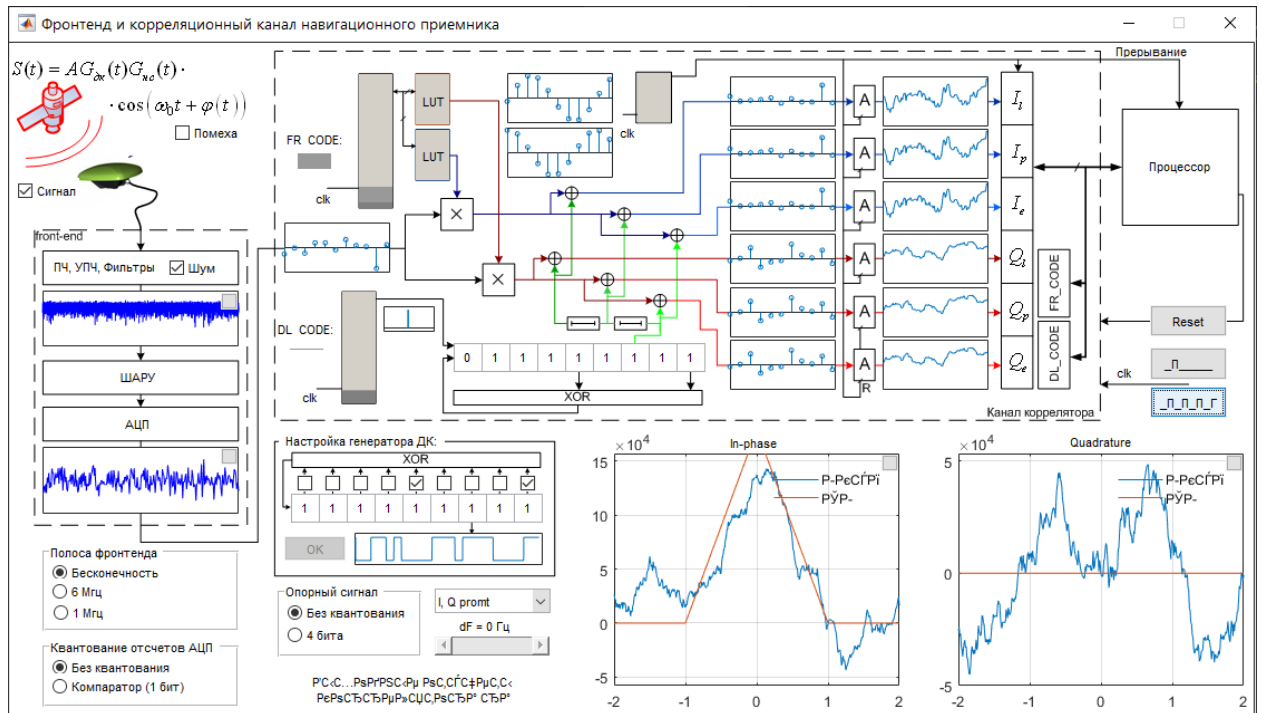


Рисунок 21 – Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтенда равной бесконечности

Вывод:

В лабораторной работе была изучена структура и свойства функциональных элементов корреляторов, характеристики процессов, протекающих внутри. Исследовано влияние полосы фронтенда на корреляционные функции, групповое время запаздывания, помехи.